

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平10-502511

(43) 公表日 平成10年(1998) 3月3日

(51) Int.Cl.⁶H 0 4 L 7/08
5/06

識別記号

庁内整理番号

7741-5K
8124-5K

F I

H 0 4 L 7/08
5/06

A

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 40 頁)

(21) 出願番号 特願平8-505100
 (86) (22) 出願日 平成7年(1995) 7月11日
 (85) 翻訳文提出日 平成9年(1997) 1月16日
 (86) 国際出願番号 PCT/US95/08687
 (87) 国際公開番号 WO96/02991
 (87) 国際公開日 平成8年(1996) 2月1日
 (31) 優先権主張番号 08/275, 409
 (32) 優先日 1994年7月15日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

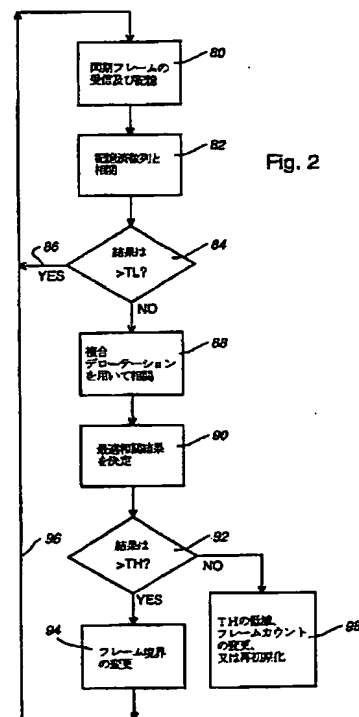
(71) 出願人 アマティ・コミュニケーションズ・コーポ
 レーション
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州95124
 サン・ホセ, サマリタン・ドライブ,
 2043
 (72) 発明者 アラニス・ジェームス・ティ.
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州94024
 ロス・アルトス, コピントン・ロー
 ド, 1041
 (74) 代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多重搬送波伝送システムにおけるフレーム同期

(57) 【要約】

同期フレームの周波数ドメイン複合振幅を、記憶された同期パターンと相関することにより、受信装置にてフレームの同期が監視される離散多重音調変調伝送システムが記載されている。相関結果が数居値を下回る場合には、同期フレームの各可能時間偏移に対応する、各複合ローテーションを示すそれぞれの複合値によって乗算される、記憶された同期フレームの複合振幅を毎回使用することにより、フレーム同期損失を示す複数の相関が実行され、他の数居値を超えた場合には、最適な相関結果は、次期同期フレームが受信される前に可能なフレーム同期を再記憶するための時間偏移を示す。



【特許請求の範囲】

1. 同期パターンを含む同期フレームが定期的に伝送される多重搬送波変調伝送システムにおけるフレーム同期維持方法において、
前記同期フレームの複合振幅を記憶するステップと、
相関結果を生成するために、前記同期フレームの前記複合振幅を、記憶された前記同期パターン情報と相関するステップと、
前記相関結果が数値よりも小さいか否かを決定し、フレーム同期損失を表示するステップと、この事象において、
それぞれの時間偏移に対応する複数の相関結果を生成するために、前記記憶された情報と、前記記憶された複合振幅の各複合デローテーションを示すそれぞれの複合値によって毎回乗算される前記記憶された複合振幅との間における複数の相関を実行するステップと、各複合デローテーションは、前記同期フレームの各時間偏移に対応することと、
複数の相関結果から、フレーム同期を再記憶するための時間偏移を決定するステップと、
フレーム同期を再記憶するために、前記決定された時間偏移に従いフレーム境界を調整するステップとを備えるフレーム同期維持方法。
2. 請求項1に記載された方法において、各相関結果は、各複合振幅に前記記憶された前記同期パターンを示す情報からの対応する複合振幅を掛け合わせ、前記相関積の実数部分を合計することにより得られる方法。
3. 請求項2に記載された方法において、乗算された前記複合振幅に重み付けするステップを含む方法。
4. 請求項3に記載された方法において、乗算された各複合振幅に対する重み付けは、前記それぞれの複合振幅に対応する多重搬送波チャネルの信号一雑音比に依存する方法。
5. 請求項1に記載された方法において、前記複数の相関結果からフレーム同期を再記憶するための時間偏移を決定する前記ステップは、前記複数の相関から最適な相関結果を決定するステップと、前記最適な相関結果が第2数値を超え
12. 請求項11に記載された方法において、前記第2数値は、フレーム同期損失を示すための前記数値よりも大きい方法。
13. 請求項7に記載された方法において、各相関結果は、各複合振幅に前記記憶された前記同期パターンを示す情報からの対応する複合振幅を掛け合わせ、前記相関積の実数部分を合計することにより得られる方法。
14. 請求項13に記載された方法において、乗算された前記複合振幅に重み付けするステップを含む方法。
15. 請求項14に記載された方法において、乗算された各複合振幅に対する重み付けは、前記それぞれの複合振幅に対応する多重搬送波チャネルの信号一雑音比に依存する方法。
16. 多重搬送波変調伝送システムの受信装置において、
時間ドメイン値を前記周波数ドメインに関する複合振幅に変換するための高速フーリエ変換（FFT）装置と、
フレーム境界に従って被受信時間ドメイン値を前記FFT装置に提供するためのバッファと、
相関結果を生成するために、システムの同期フレームの複合振幅を前記受信装置にて記憶された同期パターンと相関するための相関装置と、
前記フレーム境界を調整するために、前記記憶された同期パターンと、前記同期フレームの各時間偏移に対応する前記複合振幅の各複合デローテーションを示す複合値によって毎回乗算される前記複合振幅との間における複数の相関を実行することにより決定された時間偏移によって、数値よりも小さい前記相関結果に対応し、前記最適な相関結果を選択する制御装置とを備える多重搬送波変調伝送システムの受信装置。
17. 請求項16に記載された受信装置において、前記多重搬送波の信号一雑音比に依存して前記同期パターンに重み付けをするための、乗算器を含む受信装置。

る場合には、前記最適な相関結果に対応する前記時間偏移を選択するステップとを含む方法。

6. 請求項5に記載された方法において、前記第2数値は、フレーム同期損失を示すための前記数値よりも大きい方法。

7. 請求項1に記載された離散多重音調変調伝送システムのための方法において、

前記システムの送信装置及び受信装置間における周波数同期のための所定周波数を有する音調を使用するステップと、

前記送信装置において、Nポイント逆高速フーリエ変換を用いて前記周波数ドメインに関する複合振幅を時間ドメイン値に変換するステップと、

前記送信装置におけるドメイン値を前記所定周波数のj倍のサンプリング周波数にてサンプリングするステップと、ここでjは2の乗べき数であることと、

前記受信装置において、Nポイント高速フーリエ変換を用いて時間ドメイン値を前記周波数ドメインに関する複合振幅に変換するステップと、

前記各複合デローテーションは、前記1フレームの存続期間内にN/j時間偏移の一つずつに対応することを備える方法。

8. 請求項7に記載された方法において、前記同期フレームは、Qフレーム毎に1度、定期的に伝送され、ここで、QはN/jよりも大きな整数である方法。

9. 請求項8に記載された方法において、前記複数の相関は、いずれかの方向への1フレームの継続期間の半分までの時間偏移に対応するN/j相関を有している方法。

10. 請求項9に記載された方法において、Nは512、jは8、そしてQは69である方法。

11. 請求項7に記載された方法において、前記複数の相関結果からフレーム同期を再記憶するための時間偏移を決定する前記ステップは、前記複数の相関から最適な相関結果を決定するステップと、前記最適な相関結果が第2数値を超える場合には、前記最適な相関結果に対応する前記時間偏移を選択するステップとを含む方法。

【発明の詳細な説明】

多重搬送波伝送システムにおけるフレーム同期

この発明は、多重搬送波変調を用いる伝送システムに関し、特に、以下に多重搬送波システムとして簡潔に述べられているシステムにおけるフレーム同期に関する。

発明の背景

多重搬送波変調の原理は、例えば、John A.C. Binghamにより、IEEE Communications Magazine, Vol.28, No. 5, 5~14ページ1990年5月、における「Multicarrier Modulation For Data Transmission: An Idea Whose Time Has Come」に記載されている。一般的に知られているように、多重搬送波変調を用いる伝送システムでは、伝送チャネルの使用可能な周波数帯域内で区分されるFDM（周波数分割多重）サブ搬送波は、サブ搬送波集合を形成し、システムのブロック又はシンボル伝送速度で変調される。各ブロック又はシンボル期間内に伝送するための入力データのビットは、サブ搬送波の信号一雑音比（SNRs）に依存する方法でサブ搬送波に割り当てられるので、一般的に、受信装置において監視されるサブ搬送波のビット誤り率は事実上等しくなる。その結果として、異なるサブ搬送波は、各シンボル期間内に異なる数のビット数を搬送する。適切なビットの割り当て、及びサブ搬送波に対する伝送電力を備えることによって、このようなシステムは、所期の性能を発揮する。

離散フーリエ変換を用いて変調が実行される、特定の形式の多重搬送波変調は、離散多重音調変調、あるいはDMT変調と呼ばれている。関連出願において、上記したDMT変調を用いる多重搬送波システムの詳細が言及されている。

どのような通信システムにおいても、DMT又は他の多重搬送波システムにおける送信装置と受信装置との間において同期を確立し、維持することが必要である。周波数同期は、J. S. Chow等による規格委員会寄稿T1E1.4/93-022、1993年3月8日における「DMT Initialization: Parameters Needed For

Specification In A Standard」と題名された論文に示されているように

、受信装置における位相固定ループを制御するために、多重音調の1つをパイロット音調として用いることにより、従来からDMTシステムにおいて備えられている。この参考文献はまた、システムの音調、又はサブ搬送波に対するビットの割り当てを含む、DMTシステムの他の初期化過程を概説している。

この周波数同期に加えて、伝送されたデータのブロック、又はシンボルの同期が要求される。このことは、単一搬送波伝送システムにおいて使用されている同一用語と一貫性を持たせるために、各フレームが多重搬送波システムの1つのブロック又はシンボルに対応するフレーム同期として、ここでは言及されている。各フレーム、ブロック、又はシンボルは、多くの情報量、例えば、約1700のビット数(約250 μ sのシンボル期間に約6.8Mb/sの伝送速度を備える場合)を含み得ることが認識されるべきである。

単一搬送波伝送システム、例えば、QAM(矩相振幅変調方式)システムは、通常、時間ドメイン内に完全に機能する。このようなシステムでは、フレームの同期を維持するために、相対的に「無作為」フレーム同期数列を用いることが可能であり、数列は、送信装置にて時間ドメイン信号サンプル流れ内に直接挿入され、また、受信装置にて抽出されるとともに、記憶された数列のコピーと相関させられる。大きな相関結果は、フレームの同期が維持されていることを示し、小さな相関結果は、フレーム同期の損失、すなわち、不知の時間ドメインサンプル数だけズレが存在することを示す。後者の場合には、受信装置は、受信装置を再同期するための探索手続き、すなわち、受信装置におけるフレーム境界と送信装置におけるフレーム境界との再調整を起こさせる。

この時間ドメインフレーム同期は、受信装置がフレーム同期されたか否かという問いに対する、yes又はnoという単純な回答を備えている。フレーム同期が失われた際における受信装置の同期化は、システムに対して多くの可能なフレーム整列を通じた相関及び探索を要求するであろう。これは、時間がかかる故、期待することができない処理である。

本発明の目的は、多重搬送波変調を用いる伝送システムにおけるフレーム同期を備える改良方法、及びこの方法を使用する改良伝送システムを提供することに

テップを含むことが好ましく、乗算された各複合振幅に対する重み付けは、前記それぞれの複合振幅に対応する多重搬送波チャネルの信号-雑音比に依存することが好ましい。

本発明の他の態様は、多重搬送波変調伝送システムの受信装置において、時間ドメイン値を前記周波数ドメイン中の複合振幅に変換するための高速フーリエ変換(FFT)装置と、フレーム境界に従って被受信時間ドメイン値を前記FFT装置に提供するためのバッファと、相関結果を生成するために、システムの同期フレームの複合振幅を前記受信装置にて記憶された同期パターンと相関するための相関装置と、前記フレーム境界を調整するために、前記記憶された同期パターンと、前記同期フレームの各時間偏移に対応する前記複合振幅の各複合デローテーションを示す複合値によって毎回乗算される前記複合振幅との間における複数の相関を実行することにより決定された時間偏移によって、数居値よりも小さい前記相関結果に対応し、前記最適な相関結果を選択する制御装置とを備える。

図面の簡単な説明

本発明は、図面と共に以下の説明を参照することによりさらに理解されるであろう。

図1は、本発明に係る発明の実施の形態に従ってフレーム同期が維持され、また再記憶される多重搬送波変調を用いる伝送システムの一部を示している。

図2は、図1の伝送システムにおけるフレーム同期の維持、及び再記憶のためのステップを示すフローチャートである。

発明の実施の形態

図を参照すると、多重搬送波システムは、ここで下流方向とされている送信装置10から受信装置12へ向かう方向へ信号を伝送するために、それぞれ複合回路14、16を介して、伝送バス18、例えば2線電話加入者回線、に接続されているDMT(多重音調)送信装置10及びDMT受信装置12を備えている。バス18を介して反対方向である上流方向へ信号を伝送するために、上流方向送信装置(図示しないが送信装置10と同様)が複合回路16と接続されており、

また上流方向受信装置(図示しないが受信装置12と同様)は、複合回路14と

ある。

発明の概要

本発明の一態様は、同期パターンを含む同期フレームが定期的に伝送される多重搬送波変調伝送システムにおけるフレーム同期維持方法において、前記同期フレームの複合振幅を記憶するステップと、相関結果を生成するために、前記同期フレームの前記複合振幅を、記憶された前記同期パターン情報と相関するステップと、前記相関結果が数居値よりも小さいか否かを決定し、フレーム同期損失を表示するステップと、この事象において、それぞれの時間偏移に対応する複数の相関結果を生成するために、前記記憶された情報と、前記記憶された複合振幅の各複合デローテーションを示すそれぞれの複合値によって毎回乗算される前記記憶された複合振幅との間における複数の相関を実行するステップと、各複合デローテーションは、前記同期フレームの各時間偏移に対応することと、複数の相関結果から、フレーム同期を再記憶するための時間偏移を決定するステップと、フレーム同期を再記憶するために、前記決定された時間偏移に従いフレーム境界を調整するステップとを備える。

また、離散多重音調変調伝送システムのための方法において、前記システムの送信装置及び受信装置間における周波数同期のための所定周波数を有する音調を使用するステップと、前記送信装置において、Nポイント逆高速フーリエ変換を用いて前記周波数ドメインに関する複合振幅を時間ドメイン値に変換するステップと、前記送信装置におけるドメイン値を前記所定周波数のj倍のサンプリング周波数にてサンプリングするステップと、ここでjは2の乗累整数であることと、前記受信装置において、Nポイント高速フーリエ変換を用いて時間ドメイン値を前記周波数ドメイン中の複合振幅に変換するステップと、前記各複合デローテーションは、前記1フレームの存続期間内にN/j時間偏移の一つずつに対応することとを備える。

各相関結果は、各複合振幅に前記記憶された前記同期パターンを示す情報からの対応する複合振幅を掛け合わせ、前記相関積の実数部分を合計することにより得られることが好ましい。本方法は、乗算された前記複合振幅に重み付けするス

接続されている。例えば、システムには、上流方向への伝送ビット速度よりも下流方向への伝送ビット速度が高い、ADSL(非対称デジタル加入者回線)システムを採用することができる。

送信装置10には、バス20を介して伝送されるためのデータが供給され、送信装置10は、符号化装置22、フレーム同期数列ソース24、例えば、512ポイントIFFTを実行するIFFT(逆FFT、あるいは逆高速フーリエ変換)装置26、循環プレフィクス加算装置28、及びDAC(デジタル-アナログ変換装置)及び出力側が複合回路14に連結されているフィルタを含む装置30を備えている。

これに対して、受信装置12は、複合回路16からの被受信信号が供給される装置32、及びADC(アナログ-デジタル変換装置)、時間ドメイン等化装置(TEQ)、バッファ36、512ポイントFFTを実行する装置38、周波数ドメイン等化装置(FEQ)及び出力バス上に原データを再成する複合化装置40を備えている。バッファ36は、FFT装置38に供給する信号を直並列変換するために機能し、循環プレフィクスはFFT装置38に供給されず、ここで除去される。図示されている受信装置12の他の部分は、周波数及びフレーム同期に関係しており、以下に説明する。

バス20上の下流方向信号は、フレーム中に分割され、符号化装置22によって、IFFT装置に供給される周波数ドメイン多重搬送波シンボル中にエンコードされる。各データのフレームは、システムにおける多数のサブ搬送波、又は音調に関する複合振幅(すなわち、実及び仮想信号成分に関する2つの振幅)を含むそれぞれの多重搬送波によって表示される。例えば、システムは、 $n \times 4$ 、3125kHzの周波数を伴う256個の離散音調又はサブ搬送波を使用するであろう。ここで、nは1~256個までの音調あるいは搬送波数である。各音調振幅には、例えば、上記R. R. Hunt等による関連出願中に記述されたようなビット割り当て方式に従い、信号ビットの可変数が割り当てられる。各多重搬送波期間内、例えば、約250 μ sに各音調に対して割り当てられるビット数は、0(すなわち、音調は信号に対して使用されていない)であり得、あるいは、例えば2

ビットの最小値から、例えば10～16ビットの範囲の最大値まで変化し得る。

フレーム同期に関して以下さらに説明する。ソース24によって発生させられる同期数列を含む同期フレームは、符号化装置22からIFFT装置26（同期数列の時間ドメイン翻訳が選択的に装置26及び28間に挿入され得る）へのデータ流れの中に定期的に挿入される。例えば、Q＝第69フレーム、又は多重搬送波シンボル毎に同期フレームが備えられ、その結果、各同期フレームは、68個のデータフレームを後に従わせることとなる。同期数列は、例えば、以下に説明するような疑似無作為数列であり、各同期フレームのために提供される同一数列である。

IFFT装置26に入力がなされると、フレーム毎に1つの特定音調が何らの情報も搬送しないパイロット音調として予約され、それにより、以下に説明するように周波数同期のために機能する被伝送パイロット音調が与えられる。

各周波数ドメイン多重搬送波シンボルは、IFFT装置26によって時間ドメイン多重搬送波シンボルに変換される。時間ドメイン多重搬送波シンボルは、循環プレフィクス加算装置28に供給される512個の実数値時間ドメインサンプルを含む。各多重搬送波シンボルに関して、循環プレフィクス加算装置28は、例えば、544個の実数値時間ドメインサンプルの直列流れを、これらのサンプルを複合回路14を介して伝送バス18に伝送される分離済アナログ信号に変換する。DAC及びフィルタ装置30に対して供給する。544個のサンプルは、IFFT装置26によって与えられた512個のサンプルによって構成され、循環プレフィクス加算装置28によって加算されたこれらのサンプルの最後の32個の繰り返しによってプレフィクスされる。この方法において加えられる循環プレフィクスの使用方法、及び利点は、例えば、J. S. Chow等による「A Discrete Multitone Transceiver System For HDSL Applications」IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Volume 9, No. 6, 895～908ページ、1991年8月によって知られている。

受信装置12において、伝送バス18を介して受信された信号は、時間ドメイン等化装置（TEQ）34に供給された多重搬送波シンボル毎に、544個の直列サンプルを再生するために、複合回路16によってフィルタ及びADC装置3

調として用いられる。したがって、この音調に割り当てられるバス20上における信号ビットは、各多重搬送波シンボルに関して0である。

簡便のために、サンプリング周波数及びパイロット音調周波数が選択され、その結果、サンプリング周波数はパイロット音調周波数の2の累乗整数となる。例えば、 64×4 、 $3125 = 276 \text{ kHz}$ の周波数を有する第64音調（ $n=64$ ）がパイロット音調として用いられ、サンプリング周波数は、このパイロット音調周波数の8倍、あるいは、 2.208 MHz である。この関係は、以下にさらに説明するように、フレーム同期に関して特有の利点を提供する。

パイロット音調は、定常位相を有し、あるいは、連続多重搬送波シンボルを通じて、送信装置及び受信装置の双方に知られている特定位相パターン、あるいは長疑似無作為数列を搬送する。IFFT装置26には、パイロット音調の要求内容を示す、パイロット音調に関する複合振幅が供給される。簡便のために、ここで、パイロット音調は定常位相を有し、またIFFT装置26にはパイロット音調に関するこの定常位相を示す定常複合振幅が供給されるものとする。

受信装置12は、位相比較回路50、及び装置52によって表示されているデジタル及びアナログ制御ループフィルタを有する制御ループによって送信装置10の2.208 MHzのサンプリング周波数で同期されるとともに、装置32におけるADCに関するサンプリングクロック信号を回線48上に生成する電圧制御水晶発振装置（VCXO）46を備えている。FEQ及び復号化装置36は、回線54を介して被受信パイロット音調の位相情報を位相制御装置50に対して供給し、記憶されている基準位相もまた、記憶装置56から位相制御装置に提供される。位相制御装置50は、その出力側に、アナログ制御電圧を生成するために装置52のデジタル及びアナログフィルタによって分離されたデジタル位相誤り制御信号を生成する。この信号は、周波数同期を維持するためにVCXO46の制御に用いられる。

発明の背景において説明したように、被伝送多重搬送波シンボルデータのフレーム同期もまた、送信装置及び受信装置間において維持されなければならない。言い換えれば、送信装置10のIFFT装置26に対する入力側において多重搬送波シンボルのために用いられる同一フレーム境界は、受信装置12のFFT装

2へ供給される。TEQ34は、インパルス応答の大部分を循環プレフィクス継続期間よりも少ない期間に限定するよう機能する、有限インパルス応答フィルタ（FIRフィルタ）なので、続いて起こる循環プレフィクスの除去に際して、一連の多重搬送波シンボル間の干渉を低減する。等化済直列時間ドメインサンプル流れは、その直列出力側にて512個の各多重搬送波シンボルの時間ドメインサンプルを生成し、循環プレフィクスの32ビットが除去されるバッファ36に供給される。これら512個の時間ドメインサンプルは、512ポイントFFT装置38に供給され、この装置によって、装置40の周波数ドメイン等化装置（FEQ）に供給される256個の複合音調振幅を備える周波数ドメイン多重搬送波シンボルに変換される。

FEQは、各256の音調に対して複合信号ワンタップ（one-tap）適合等化装置を備えている。FEQ及び復号化装置40は、例えば、上記したR. R. Hunt等による関連出願の図3に図示された形を取ることができる。装置40は、出力データバス42上にデコード済被受信信号を生成する。

ここでは詳細には述べていないが、例えば、上記したJ. M. Cioffi等による関連出願中に説明されているように、送信装置10及び受信装置12はまた、可変遅延バッファ及びトレリス被コード変調を実行することができる。複合回路14、16の機能は別として、各送信装置10及び受信装置12における、ほとんど、あるいは全ての機能は、1以上のデジタル信号処理装置によって改良され得る。

送信装置30におけるDACには、DACが作動する要求サンプリング周波数にて、回線44を介してクロック信号が供給される。受信装置32におけるADCには、関連周波数で同期されることが要求される（2つの周波数は完全同一であっても良く、あるいは、一方が他方を整数倍したものであっても良く、若しくは、サンプルのスタッフィング（stuffing）、内挿、デシメーション（decimation）を介した速度変換を調整する方法で関連付けられたものであっても良い）。装置32におけるADCは、ここで、単純化のために装置30におけるDACのサンプリング周波数にて作動するものとする。周波数同期を提供するために、上記したように256個の音調の1つが占有的にパイロット音

調38のために使用されなければならない。受信装置12におけるフレーム境界は、それぞれの周波数ドメイン多重搬送波シンボルに変換されるために512個の各時間ドメインサンプルのどの数列がFFT装置38に対して供給されたかを決定するために、バッファ36によって使用される。

上記したように、送信装置10では、68個のデータフレーム毎に同期フレームが追加され、それによりQ＝69個の連続フレーム、又は多重搬送波シンボルのスーパーフレームが形成される。この数Qは、システムのデータ搬送容量（高い値のQが好ましい）及びフレーム再同期時間（低い値のQが好ましい）の間のバランスを提供するために選択される。同期フレームは、どのような異なる方法によっても、同期フレーム多重搬送波シンボルの音調に対して適用し得る疑似無作為データを含んでいる。これらの方法の内の一つを以下に例示する。

送信装置10にて、次式に従いソース24によって長さ512のバイナリ疑似無作為数列が生成される。

$$\begin{aligned} x[p] &= 1 & p \text{は、1から9} \\ x[p] &= x[p-4] \oplus x[p-9] & p \text{は10から512} \end{aligned}$$

ここで、 $x[p]$ は、数値ビットpの2進数値であり、 \oplus はモジュロ2の加法を示し

ている。この数値ビットは、256のビット対にグループ化され、第1ビット対は、d.c.及びナイキストサブ搬送波（このビット対を事実上無視するために、割り当てられるエネルギーは0である）のために使用され、残りの255のビット対は、周波数を増加させるために、同期フレームの多重搬送波シンボルのそれぞれの音調に割り当てられ、各ビット対が採り得る4つの組み合わせ（0、0）、（0、1）、（1、0）、（1、1）は、同期フレームのそれぞれの音調の4-QAMポイントに対して直接マップされる。言い換えれば、各ビット対は、同期フレームのそれぞれの音調に関してIFFT装置26に供給される。複合振幅を備えている。パイロット音調は、上述したように、自身の適当な複合振幅で上書きされる。

システムのために確立されたビット割り当てに従って、シンボル当たり2ビットより小さいビットが割り当てられ得る音調は、伝達されないように、受信装置

にて捨てられ得、あるいは、送信装置にて抑制された自身の振幅を有し得る。こ

の結果、送信装置における電力が一定に保たれ、不完全な等化又は分離に起因する音調間の干渉可能性を回避することができる。後者の場合、送信装置及び受信装置の双方に備えられているビット割り当てテーブルは、同期フレーム中の各音調に供給されるとともに、IFFT装置26に供給される前に多重化される複合振幅によって、エネルギースケールングベクトルを各音調に対して供給するために用いられ得る。補足的なスケールングが受信装置12内で実行される。

他に採り得る手段では、ソース24からの記憶済疑似無作為数列は、十分なSNR（信号－雑音比）が存在することを示すビット割り当てテーブルに関するそれらの音調に単に割り当てられ得、数列は、同期フレームにて使用される全ての音調に対する疑似無作為データの割り当てが完了したときに切り捨てられる。繰り返すと、受信装置は、送信装置と同一のビット割り当てテーブルを記憶するので、要求される相互関係が適切に実行され得る。さらに他の手段として、フレーム同期のために、必ずしも全ての利用可能な音調が同期フレームにて使用される必要のないことが理解される。

フレーム同期に関して、図1に示すように受信装置12は、送信装置におけるソース24に対応するとともに、同一の同期数列を生成する同期数列ソース58、各被受信同期フレームの内容（又は、受信装置が各被受信同期フレームに関して理解している内容、すなわち、全ての第Qフレーム、あるいは多重搬送波シンボル）が装置40におけるFEQの出力側から供給される相關器60、及び記憶装置62を備えている。同期フレームに関して用いられるFEQ関数は、データフレームに関して用いられる関数と異なるであろう。受信装置はさらに、相關器60に供給されるソース58からの同期数列が經由する重み付け乗算器64、以下に述べるようにして複合デローテーション値によって乗算された被受信同期フレーム内容を相關器60に供給するための複合デローテーション乗算器66、及びフレーム同期決定装置68を備えている。装置68は、フレーム同期の存在又は不存在を決定するため、また、以下に説明するように、必要なときにパス70を介してバッファ36によって使用されるフレーム境界に対して調整変更を施す

音調の複合振幅を表していることが理解される。図2中のブロック82によって示されるように、これら同期フレーム内容はまた、それらが重み付け乗算器64を介して記憶装置58から供給された同期数列と相關される相關器60に対して

、直接又は記憶装置62から供給される。この相關は、以下に説明するような、それぞれの重み付け要素に従い乗算器64によって重み付けられた、記憶装置58からの同期数列の複合振幅と符合することによって、装置40のFEQの出力側から供給される各複合振幅の乗数、及び相關器60の出力側に単一実数相關結果を生成するための複合振幅の実数部分の合計積から構成されている。

最も簡単な場合には、重み付け乗算器64によって用いられる重み付け関数は、各音調又は複合振幅に関して、音調がそれぞれ相關に寄与するために用いられているか否かを表示する2進数1又は0のいずれかを備えている。このように、パイロット音調は、周波数同期に関する基準なので、例えば、常に0の重み付け係数を有し、周波数同期に関する制御ループは、パイロット音調に起因するあらゆる位相誤りを除去する。同様に、現在使用されていない他のどの音調も、0の重み付け係数を有することが可能であり、伝送に使用されている音調は、1の重み付け係数を有することができる。重み付け係数は、受信装置12に備えられているビット割り当てテーブルから容易に引き出され得ることが分かる。

より好ましくは、重み付け乗算器64によって使用される各係数は、それぞれの音調のSNR（信号－雑音比）に依存する、それぞれの音調の複合振幅に関する重み付けを備える。この重み付けは、システムの初期化の間に決定されるような、各音調に関するSNR（これは音調に関するビット割り当ての決定に用いられる）に基づくことが可能であり、あるいは、現SNRの測定基準を各音調に対して提供する音調の適用平均平方誤り（多重搬送波シンボル毎に頻帯に更新され得る）に基づくことも可能であり、それにより重み付け係数はまた、適応するよう更新される。平均平方誤りの使用方法、平均平方誤りとビット割り当てとの対応、及びSNRは、先に参照したR. R. Hunt等及びP. S. Chow等による関連出版物中に説明されている。

図2中のブロック84によって示されているように、決定装置68は、相關器

ために、相關器60により生成された相關結果に反応する。

伝送システムが、初期化された送信装置10及び受信装置12を備えている場

合、フレーム同期は、以下に説明するような方法で確立される。後の通常操作において、フレーム同期は、要求されているフレーム境界に如何なる変化をもたらしことなく維持される。以下に説明するように、この通常操作状況では、相關器60、及び決定装置68は、フレーム同期を監視している。フレーム同期を失った場合には（周波数同期が現れた場合には、受信装置12はパス18を介して信号を受信している旨を表示する）、フレーム同期は再記憶されなければならない。この手順は、システムを再初期化することにより実行可能であるが（従来技術として）、初期化過程は、相対的に遅く、例えば20秒程かかりシステムの動作に事実上中断をもたらすので、あまり期待することができない。

現実のフレーム同期損失は、例えば、送信装置10を含むプリント基板が装置ラックから引き抜かれ（受信装置12における信号、及び周波数同期の損失をもたらす）、そして再装填される（信号及び周波数同期は、それにより受信装置12にて再記憶される）結果として発生するであろう。フレーム同期損失はまた、たとえ現実のフレーム同期損失がないとしても、不十分な相關結果をもたらす程度の雑音が存在する場合には、モニタリングすることにより示されるであろう。この場合、フレーム再同期は必要ないか、あるいは要求されない。本発明は、現実のフレーム同期損失によって一般的にフレーム同期の再記憶が必要となる場合であっても、例えば、約100ms以下の非常に短い期間内にこれらの状況を区別することができ、それにより、いかなるシステムの再初期化をも伴うことなくフレーム同期が維持される。

構成要素58から68の機能について、図2に示すフローチャートを参照しつつ以下に説明する。

フレーム同期状態においては、図2中のブロック80によって示されるように、受信された各同期フレームの内容、すなわち、各第69フレーム、又は多重搬送波シンボルは、装置40のFEQの出力側から供給され、記憶装置62に記憶される。これらの内容は、周波数ドメイン内の複合振幅であり、同期フレームの

60によって生成された相關結果が数居値TLを超えているか否かを決定する。フレーム同期の通常状態では、これが実情であり、これ以降、さらなる動作は生じない。図2は、次期同期フレームに関するブロック80へのリターンパス86を示しており、その間データは、他のフレーム、あるいは多重搬送波から装置3

8、40を介して図1中の出力バスに供給される。数居値TLは、比較的低い値に設定されるので、相關結果は、通常、多くの雑音が存在する場合にさえこれを超えるであろうし、その結果として、フレーム同期損失の誤った決定が実質的に回避される。さらに、図2中には示されていないが、フレーム同期損失が決定される前に、相關結果の反復故障が連続同期フレームに関する数居値TLを超えることを要求するためにカウンタが備えられ得る。

相關結果が数居値TL（連続同期フレームの必要数、例えば2）を超えない場合には、図2中のブロック88に移行する。

ブロック88によって表され、以下に説明するように、既に決定されたフレーム同期損失に関する同期フレームに従う、次期64個の各データフレームにおいては、乗算器60は、それぞれの複合デローテーション集合に基づき複合デローテーション乗算器66において乗算される、記憶装置62からの受信された同期フレーム内容を、上記のようにして重み付けされたソース58からの同期数列と相關させる。その結果として、乗算器60は、これら64個の各データフレームに関する64個の相關結果を生成する。図2中のブロック90によって示されるように、決定装置68は、これらの相關結果から最適な1つの相關結果を決定し、図2中のブロック92によって示されるように、これが再同期数居値THを超えたか否かを決定する。数居値THは、数居値TLよりも高い値、例えばフレーム同期状態に対する最大可能相關結果の約半分に設定されているので、偽再同期結果が実質的に回避される。図2中に図示されていないが、この場合について繰り返すと、連続スーパーフレームに関して、再同期が実行される前にブロック88から92の処理に基づく同様の結果が繰り返されることを要求するためにカウンタが備えられるであろう。

ブロック92において決定された数居値THを超える相關結果に対応して、以

下説明するように、バス 70 を介したバッファ 36 内のポインタの制御により、装置 68 が単一ステップにて、フレーム境界を変更する図 2 中のブロック 94 に移行する。この変更は $68-64=4$ 個のデータフレームが残存している間に行なわれ得るので、再同期は、図 2 中に示すブロック 94 からブロック 80 までのバスによって次期同期フレームの前に実行され、また確認され得る。したがって

、上述したカウンタが備えられている場合には、検出されたフレーム同期損失に対応する再同期は、単一スーパーフレーム、又は 2、3 個のスーパーフレームに関して実行されることが可能であり、それにより、フレーム同期は実質的に継続して維持される。例えば、上述したように 2、208 MHz のサンプリング周波数、各フレーム中に 544 個の時間ドメインサンプル、及び各スーパーフレーム中に 69 個のフレームを備える場合には、スーパーフレーム期間は 17 ms である。要求されている 2 のカウントを得るために、上記したカウンタの双方が備えられている場合には、フレーム同期損失が検出され、また、上述した再同期が 4 個のスーパーフレーム、又は 68 ms 以内に完了される。

ブロック 92 にて数居値 TH を超える相関結果はない、と決定された場合には図 2 中のブロック 98 に移行する。このブロックでは、種々の可能な動作が採られる。例えば、ブロック 92 における肯定的な結果の見込みを増加させるために、数居値 TH の値を減少させることが可能であり、あるいは、同期数列に関する異なるフレームを調査するために、バッファ 36 中のポインタを変更することによってフレームカウンタを変更させることが可能であり、あるいは、システムを再初期化させることができる。現実には、ブロック 88 及び 90 の処理が、ブロック 92 における肯定的な結果を不変的にもたすことが既に理解されており、したがって、再同期処理は非常に効果的である。

有限長離散数列の離散フーリエ変換が、 $F(n) = \sum_{k=0}^{N-1} f(k)W_N^{-nk}$ と定義され、ここで

、 $W_N = e^{j2\pi/N}$ は、最も重要な第 N 単一根本である、また、有限長数列が、N 同期数列を形成するために定期的に繰り返される場合には、時間偏移特性が満たされる

器 64 を介して記憶装置 58 から提供される同期数列の重み付けされた複合振幅と相関器 60 にて相関され、それぞれの時間偏移 m に関する相関結果を生成するために相関積の実数部分が合計される。フレーム同期損失が、評価された可能時間偏移 m の一つに起因する場合には、他の全ての可能時間偏移に関する相関結果が数居値 TH よりも遙かに小さいことを考慮すれば、時間偏移が数居値 TH を超えるという相関処理は十分に正確である。決定装置 68 は、それによりフレーム同期損失を生成した時間偏移 m を確実に決定し、また上述したようにバス 70 を介してこの時間偏移を訂正するために単一ステップでバッファ 36 のポインタを調整し、それによってフレーム同期が再記憶される。この同期は、同期に関する如何なる検索処理をも伴うことなく実行される。

ブロック 88 にて生成された相関結果が数居値 TH を超えない場合には、上述したように、この数居値を低減することが可能であり、あるいは、大きな時間偏移がフレーム同期損失を発生させた結論づけることができる。後者の場合には、同期数列に関する異なるフレームを調べるために、フレームのカウントを変更することにより 1 フレームよりも大きな時間偏移を適応させることができ、異なるフレームカウントに関する上記ステップが繰り返行われ、この検索は、数居値 TH を超えるまで、69 個のフレームの異なるフレームに関して継続して行われる。他に採り得る手段として、システムが再初期化されるであろう。どちらの場合も、フレーム同期の再記憶に際しては、大きな時間遅れが発生するが、上記したように、この事象は現実には起こり得ないように思われる。

上記したように、フレーム同期はシステムの初期化中に確立されなければならない。初期化処理は、1993 年 5 月、1993 通信に関する国際会議 (International Conference on Communications) 761 ページから 765 ページにおける J. S. Chow 等による題名「Equalizer Training Algorithms for Multi carrier Modulation Systems」にて説明されているように、受信装置 12 の T E Q 34 に関する調整方法を含んでいる。T E Q 34 の調整が終了すると、I F F T による変換により、時間ドメイン内に被等化チャネル応答 b 及び等化応答 (すなわち、等化係数) w が得られる。時間ドメイン内における b 及び w の開始位

ることが示され得る、すなわち、 $f(k-m) \xrightarrow{\text{ローテーション}} W_N^{-nm} F(n)$ である。 W_N は複合

ローテーションであり、したがって同期数列 $f(k)$ の時間偏移は、 $F(x)$ の周波数ドメインサンプルの複合ローテーションをもたらす。ローテーション量は、周波数 n 、及び時間偏移 m に依存する。

上記した伝送システムでは、同期数列は N 同期数列として定期的に繰り返されず、むしろ上述したようにバス 20 からのデータによって先行され、また後を追われる。しかしながら、データは同期数列に関して無作為性質を有しており、上記特性は、適度に正確な結果とともに同期フレームに適用され得る。

周波数同期が上述したように現れている間、システムにおけるフレーム同期損失は、バッファポインタに関してバッファ 36 に供給されたデータサンプルの時間偏移に対応する。ここで説明したようなシステムでは、サンプリング周波数は周波数同期のために使用されるパイロット音調の 8 倍であり、この時間偏移は、 ± 8 サンプルの整数倍としてのみ存在し得る。 $N=512$ の大きさのサンプル (512 ポイント I F F T 装置 26 及び F F T 装置 36) を伴う場合には、フレーム、又は多量搬送波当たり $512/8=64$ 個の可能時間偏移が存在する。これら可能時間偏移の各々は、上記等式に従い乗算器 66 によって使用される 64 組の複合デローテーションのそれぞれによって補正される。時間偏移を双方向に適用する際には、各正及び負方向へのフレームの半分までにより時間偏移を表示するために、64 個の可能時間偏移が用いられる。換言すれば、乗算器 66 による複合デローテーションの各集合は、バッファ 36 におけるデータサンプルの内、 ± 8 、 ± 16 、...、 ± 256 のサンプルに関するそれぞれの時間偏移に対応する。ローテーションは循環的なので、受信装置 12 において複合デローテーションの一集合だけが記憶されるだけでよい。

図 2 中のブロック 88 に関しては、上記した 64 個のデータフレームの各々は、64 個の各可能時間シフト m に関する相関結果の演算のために使用される。乗算器 66 では、記憶装置 62 から供給された各音調に関する複合振幅は、複合ローテーション W_N^{-nm} のそれぞれによって乗算され、得られた積は、重み付け乗算

置間の相対的な差は、初期フレーム同期を提供するために用いられる、受信装置における多量搬送波シンボル、又はフレーム境界を順次決定する被受信信号に関する好ましい遅延を決定する。

あるいは、上記した相関処理はまた、フレーム同期の初期確立に関して適用することが可能であり、各フレームは同期数列を搬送するために使用され (初期化中)、時間偏移は、フレーム同期を確立するために上述したように実行される。この処理は、F E Q 係数の使用を必要とするので (すなわち、相関は装置 40 の F E Q の出力側から引き出された情報であり、F E Q 係数の適切な設定を推定する)、かかる場合、まず F E Q 係数の適切な組み合わせを演算することが必要となる。これは、初期化処理中に識別されたチャネル応答によって実行され得、非復調信号組み合わせが概算され、またデコードを容易にする固定距離のグリッド

中でローテーションさせられるよう F E Q 係数が決定される。

さらに採りうる手段として、フレーム同期は、当初、同期数列、512 個の全可能フレーム境界整列の各音調に関する S N R を測定することにより初期化中に決定されたチャネル応答、及び最適な S N R 性能をもたらす配列のフレーム境界の選択によって確立される。

上記にて与えられた特定の数字、相互関係、及び詳細は、特定のシステムに適用するよう変更され得ることは自明なことである。例えば、サンプリング周波数はパイロット音調周波数の 8 倍であると上述されており、これが全ての場合に要求されるわけではないものの、この 2 の素数整数の関係は、受信装置 12 にて実行されるデジタル信号処理を飛躍的に単純化するので好ましい。同様に、スーパーフレーム当たり $Q=69$ 個のフレームの大きさは、スーパーフレーム内においてフレーム当たり 1 つの割合で、上述したように次期同期フレームの前に、フレーム境界偏移を実行するための付加時間を許容するので、 ± 256 までのサンプルを有する 64 個の可能時間偏移に関する相関を都合良く調整する。

さらに、下流方向の伝送についてのみ本発明を説明したが、同一又は異なる変数 (特に、2 つの伝送方向に関して異なる伝送速度、異なる I F F T 及び F F T 大きさを有する A D S L システムに関する) を用いて上流方向の伝送についても

同様に適用することが可能である。繰り返すと、特定のDMT変調状況において本発明を説明してきたが、他の形式の多重搬送波変調を使用する伝送システムにも適用することができる。

したがって、本発明に係る特定の発明の実施の形態を説明してきたが、請求の範囲にて定められている本発明の範囲を逸脱しない範囲で、これら及び多くの他の改良、変更、応用が可能であること可能であることは理解されるべきである。

【図1】

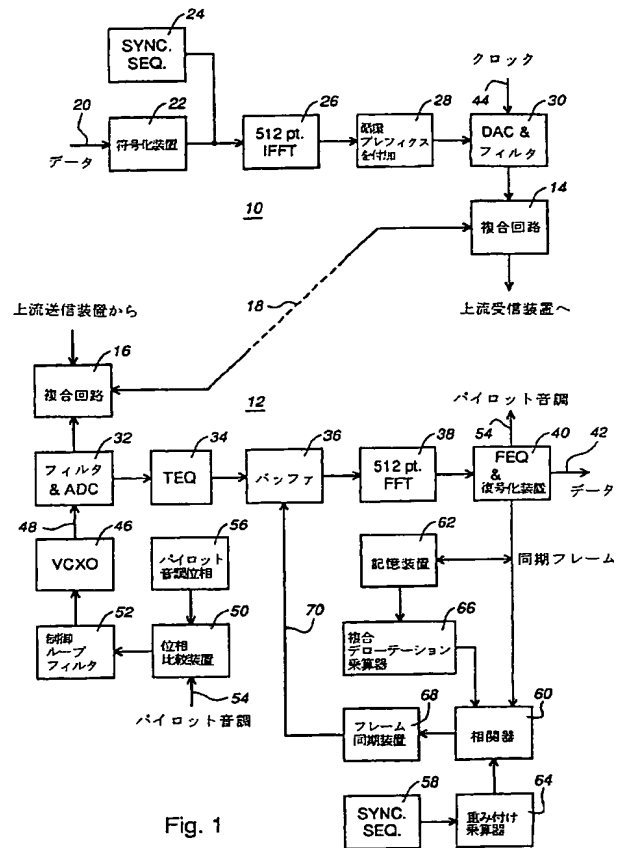


Fig. 1

【図2】

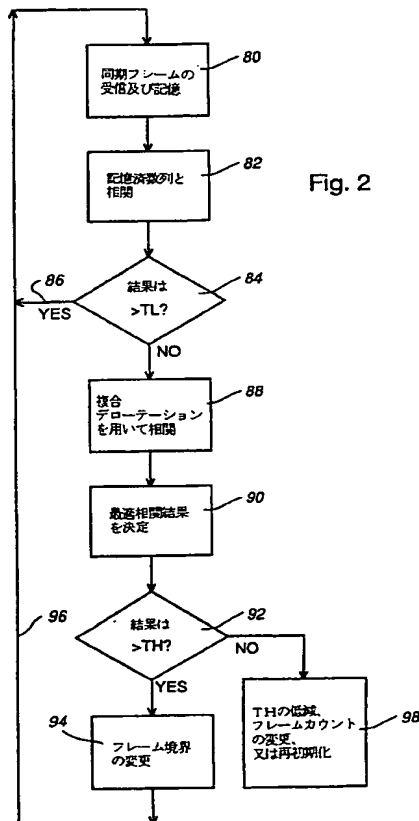


Fig. 2

【手続補正書】

【提出日】1997年3月11日

【補正内容】

請求の範囲

1. 同期パターンを含む同期フレームが定期的に伝送される多重搬送波変調伝送システムにおけるフレーム同期維持方法において、

前記同期フレームの複合振幅を記憶するステップと、

相関結果を生成するために、前記同期フレームの前記複合振幅を、記憶された前記同期パターン情報と相関するステップと、

前記相関結果が数値よりも小さいか否かを決定し、フレーム同期損失を表示するステップと、この事象において、

それぞれの時間偏移に対応する複数の相関結果を生成するために、前記記憶された情報と、前記記憶された複合振幅の各複合デローテーションを示すそれぞれの複合値によって毎回乗算される前記記憶された複合振幅との間における複数の相関を実行するステップと、各複合デローテーションは、前記同期フレームの各時間偏移に対応することと、

複数の相関結果から、フレーム同期を再記憶するための時間偏移を決定するステップと、

フレーム同期を再記憶するために、前記決定された時間偏移に従いフレーム境界を調整するステップとを備えるフレーム同期維持方法。

2. 請求項1に記載された方法において、各相関結果は、各複合振幅に前記記憶された前記同期パターンを示す情報からの対応する複合振幅を掛け合わせ、前記相関積の実数部分を合計することにより得られる方法。

3. 請求項2に記載された方法において、乗算された前記複合振幅に重み付けするステップを含む方法。

4. 請求項3に記載された方法において、乗算された各複合振幅に対する重み付けは、前記それぞれの複合振幅に対応する多重搬送波チャンネルの信号-雑音比に依存する方法。

5. 請求項1乃至請求項4のいずれかの請求項に記載された方法において、前記複数の相関結果からフレーム同期を再記憶するための時間偏移を決定する前記ステップは、前記複数の相関から最適な相関結果を決定するステップと、前記最適な相関結果が第2数値値を超える場合には、前記最適な相関結果に対応する前記時間偏移を選択するステップとを含む方法。

6. 請求項5に記載された方法において、前記第2数値値は、フレーム同期損失を示すための前記数値値よりも大きい方法。

7. 請求項1乃至請求項7のいずれかの請求項に記載された離散多重音調変調伝送システムのための方法において、

前記システムの送信装置及び受信装置間における周波数同期のための所定周波数を有する音調を使用するステップと、

前記送信装置において、Nポイント逆高速フーリエ変換を用いて前記周波数ドメインに関する複合振幅を時間ドメイン値に変換するステップと、

前記送信装置におけるドメイン値を前記所定周波数のj倍のサンプリング周波数にてサンプリングするステップと、ここでjは2の累乗整数であることと、

前記受信装置において、Nポイント高速フーリエ変換を用いて時間ドメイン値を前記周波数ドメインに関する複合振幅に変換するステップと、

前記各複合デローテーションは、前記1フレームの存続期間内にN/j時間偏移の一つずつに対応することを備える方法。

8. 請求項7に記載された方法において、前記同期フレームは、Qフレーム毎に1度、定期的に伝送され、ここで、QはN/jよりも大きな整数である方法。

9. 請求項8に記載された方法において、前記複数の相関は、いずれかの方向への1フレームの継続期間の半分までの時間偏移に対応するN/j相関を有している方法。

10. 請求項8又は請求項9に記載された方法において、Nは512、jは8、そしてQは69である方法。

11. 請求項7乃至請求項10のいずれかの請求項に記載された方法において、前記複数の相関結果からフレーム同期を再記憶するための時間偏移を決定する前

比に依存して前記同期パターンに重み付けをするための、乗算器を含む受信装置。

18. 請求項16又は請求項17に記載された受信装置において、前記復調装置は、高速フーリエ変換装置である受信装置。

19. 複数の周波数音調を使用する多重搬送波変調伝送システムにおけるパターンの伝送方法であって、

以下の式から決定されるN値の疑似無作為数列であるパターンを取得するステップと、

$$\begin{aligned} x[p] &= 1 & p \text{は、1から9} \\ x[p] &= x[p-4] \oplus x[p-9] & p \text{は10からN} \end{aligned}$$

ここで、Nは10以上の整数であり、 $x[p]$ は、前記疑似無作為数列の第p番目の2進数値であり、 \oplus はモジュロ2の加法を示しており、

アクティブな周波数音調に対応するパターンのそれらの数値を含む前記パターンの少なくとも一部を伝送するステップとを備える方法。

20. 請求項19に記載の方法において、伝送された前記パターンの値は、前記パターンの連続値、又は不連続値である方法。

21. 請求項19又は請求項20に記載の方法において、前記伝送ステップは、前記パターンを定期的に伝送する方法。

22. 請求項19乃至請求項21のいずれかの請求項に記載の方法において、前記Nが130より大きい場合には、前記パターンにおける第129番目、及び第130番目の値は、0に変換される方法。

23. 請求項19乃至請求項22のいずれかの請求項に記載の方法において、前記Nは512である方法。

24. 請求項19乃至請求項21のいずれかの請求項に記載の方法において、前記Nが512の場合には、前記パターンの2進数値は、各々が前記多重搬送波変調伝送システムの周波数音調に対応する256のベア値にグループ化され、前記パターンにおける第129番目、及び第130番目の値は、パイロット音調である第64番目の周波数について0に変換される方法。

記ステップは、前記複数の相関から最適な相関結果を決定するステップと、前記最適な相関結果が第2数値値を超える場合には、前記最適な相関結果に対応する前記時間偏移を選択するステップとを含む方法。

12. 請求項11に記載された方法において、前記第2数値値は、フレーム同期損失を示すための前記数値値よりも大きい方法。

13. 請求項7乃至請求項12のいずれかの請求項に記載された方法において、各相関結果は、各複合振幅に前記記憶された前記同期パターンを示す情報からの対応する複合振幅を掛け合わせ、前記相関積の実数部分を合計することにより得られる方法。

14. 請求項13に記載された方法において、乗算された前記複合振幅に重み付けするステップを含む方法。

15. 請求項14に記載された方法において、乗算された各複合振幅に対する重み付けは、前記それぞれの複合振幅に対応する多重搬送波チャネルの信号-雑音比に依存する方法。

16. 多重搬送波変調伝送システムの受信装置において、時間ドメイン値を前記周波数ドメインに関する複合振幅に変換するための復調装置と、

フレーム境界に従って被受信時間ドメイン値を前記復調装置に提供するためのバッファと、

相関結果を生成するために、システムの同期フレームの複合振幅を前記受信装置にて記憶された同期パターンと相関するための相関装置と、

前記フレーム境界を調整するために、前記記憶された同期パターンと、前記同期フレームの各時間偏移に対応する前記複合振幅の各複合デローテーションを示す複合値によって毎回乗算される前記複合振幅との間における複数の相関を実行することにより決定された時間偏移によって、数値値よりも小さい前記相関結果に対応し、前記最適な相関結果を選択する制御装置とを備える多重搬送波変調伝送システムの受信装置。

17. 請求項16に記載された受信装置において、前記多重搬送波の信号-雑音

25. 請求項19乃至請求項21のいずれかの請求項に記載の方法において、前記パターンの伝送は、前記疑似無作為数列の値をN/2ベアの値にグループ化する方法。

26. 請求項25に記載の方法において、初めの前記N/2ベア値は、多重搬送波変調伝送システム内のd.c.及びナイキストサブ搬送波のために用いられ、残りの(N/2-1)のベア値は、多重搬送波シンボルの音調のために用いられる。

27. 請求項25に記載の方法において、複数の前記N/2ベア値が多重搬送波シンボルのために用いられる方法。

28. 請求項27に記載の方法において、前記多重搬送波シンボルは、同期フレーム多重搬送波シンボルである方法。

29. 請求項25乃至請求項27のいずれかの請求項に記載の方法において、各前記ベア値は、複素数を決定する方法。

30. 請求項27に記載の方法において、各前記ベア値は、 (X_i, Y_i) と表され、また、各前記ベアは、伝送のために前記多重搬送波シンボルを変調する際に使用される配列のための複素数 $Z_i = X_i + jY_i$ を決定する方法。

31. 請求項19に記載の方法において、前記伝送ステップは、

前記疑似無作為数列値を複数の2進数値のベアにグループ化するステップと、前記2進数値の一つを正エネルギーレベルにマップし、前記2進数値の残りを負エネルギーレベルにマップするステップとを備える方法。

32. 請求項31に記載の方法において、

前記マップされた各ベアは、多重搬送波変調伝送システムの周波数音調に対応しており、

前記伝送ステップはさらに、前記マップされたベアに従い、少なくとも周波数音調のサブセットを変調するステップを備える方法。

33. 多重搬送波変調伝送システムにおける所定時間ドメイン信号を伝送するための方法であって、

一つの2進数値に対する正エネルギーレベル、及び残りの2進数値に対する負エネルギーレベルの逆マップの後にその逆変換が実行される場合には、得られる周波

数ドメインが、情報を搬送するために前記多重搬送波変調伝送システムにおいて用いられる少なくとも周波数音調のサブセットに対応する j 値のセットであるように定義される、伝送されるべき所定時間ドメイン信号を取得するステップと、その j 値のセットは、以下の等式によって決定される N 値の数値から選択されることと、

$$\begin{aligned} x[p] &= 1 & p \text{ は、1 から } 9 \\ x[p] &= x[p-4] \oplus x[p-9] & p \text{ は } 10 \text{ から } N \end{aligned}$$

ここで、 j 及び N は 1 以上の整数であり、 j は N 以下であり、 N は 10 より大きく、 $x[p]$ は、数値の第 p 番目の 2 進数値であり、 \oplus はモジュロ 2 の加法を示していることと、

前記所定時間ドメイン信号を伝送するステップとを備える方法。

34. 請求項 33 に記載の方法において、前記伝送ステップは、定期的前記所定時間ドメイン信号を伝送する方法。

35. 請求項 33 または請求項 34 に記載の方法において、前記 N が 130 より大きい場合には、前記 N 値の疑似無作為数値における第 129 番目、及び第 130 番目の値は、前記等式にかかわらず 0 である方法。

36. 請求項 32 乃至請求項 35 のいずれかの請求項に記載の方法において、前記 N は 512 である方法。

37. 多重搬送波変調伝送システムの送信装置であって、

フレームに分割されたデータストリームを受け取ると共に、フレームを周波数ドメイン多重搬送波シンボルにエンコードする符号化装置と、

前記データストリーム中に、 N 値の数値から選択される j 値のセットであるパターンを挿入するパターン供給装置と、前記 N 値は以下の等式によって決定されることと、

$$\begin{aligned} x[p] &= 1 & p \text{ は、1 から } 9 \\ x[p] &= x[p-4] \oplus x[p-9] & p \text{ は } 10 \text{ から } N \end{aligned}$$

ここで、 j 及び N は 1 以上の整数であり、 j は N 以下であり、 N は 10 より大きく、 $x[p]$ は、数値の第 p 番目の 2 進数値であり、 \oplus はモジュロ 2 の加法を示していることと、

45. 請求項 43 または請求項 44 に記載の送信装置において、さらに、前記データストリームを形成するために、前記マップされたベアに従い少なくとも前記周波数音調のサブセットを変調することにより、前記エンコードされたフレームを多重搬送波シンボルに変調する変調装置を備える送信装置。

46. 請求項 37 乃至請求項 41 のいずれかの請求項に記載の送信装置において、前記パターン値を複数のベア値にグループ化する手段と、

前記パターン値の一つを正エネルギーレベルに対してマップし、前記パターン値の残りを負エネルギーレベルに対してマップする手段とを備える送信装置。

47. 請求項 46 に記載の送信装置において、前記マップされた各ベアは前記多重搬送波変調伝送システムの周波数音調に対応し、

さらに、前記データストリームを形成するために、前記マップされたベアに従い少なくとも前記周波数音調のサブセットを変調することにより、前記エンコードされたフレームを多重搬送波シンボルに変調する変調装置を備える送信装置。

48. 多重搬送波変調伝送システムの送信装置であって、

フレームに分割されたデータストリームを受け取ると共に、そのフレームを周波数ドメイン多重搬送波シンボルにエンコードする符号化装置と、

前記データストリームと共に伝送され、また一つの 2 進数値に対する正エネルギーレベル、及び残りの 2 進数値に対する負エネルギーレベルの逆マップの後にその逆変換が実行される場合には、得られる周波数ドメインが情報を搬送するために前記多重搬送波変調伝送システムによって用いられる少なくとも周波数音調のサブセットに対応する j 値のセットであるように定義される所定時間ドメイン信号を格納する格納領域と、前記 j 値のセットは、以下の等式によって決定される N 値

の数値から選択されることと、

$$\begin{aligned} x[p] &= 1 & p \text{ は、1 から } 9 \\ x[p] &= x[p-4] \oplus x[p-9] & p \text{ は } 10 \text{ から } N \end{aligned}$$

ここで、 j 及び N は 1 以上の整数であり、 j は N 以下であり、 N は 10 より大きく、 $x[p]$ は、数値の第 p 番目の 2 進数値であり、 \oplus はモジュロ 2 の加法を示していることと、

いることと、

前記データストリームを伝送バスに結合するための出力回路とを備える送信装置。

置。

38. 請求項 37 に記載の送信装置において、

前記データストリームを形成するためにエンコードされたフレームを多重搬送波シンボルに変調する変調装置と、

前記パターン供給装置は、前記変調の前後のいずれかにおいて前記パターンを前記データストリーム中に供給することとを備える送信装置。

39. 請求項 37 または 38 に記載の送信装置において、前記伝送バスは、2 線式電話加入者回線である送信装置。

40. 請求項 38 に記載の送信装置において、前記変調装置は、離散多重音調送信装置である送信装置。

41. 請求項 37 乃至請求項 39 のいずれかの請求項に記載の送信装置において、前記 N が 130 より大きい場合には、前記 N 値の疑似無作為数値における第 129 番目、及び第 130 番目の値は、前記等式にかかわらず 0 である送信装置。

42. 請求項 37 乃至請求項 41 のいずれかの請求項に記載の送信装置において、前記データストリームを前記伝送バスに結合するのに先立ち、前記送信装置は、前記パターンの j 値を複数の 2 進数値のペアにグループ化し、また 2 進数値の一つを正エネルギーレベルに対してマップし、2 進数値の残りを負エネルギーレベルに対してマップする送信装置。

43. 請求項 42 に記載の送信装置において、前記マップされた各ベアは、多重搬送波変調伝送システムの周波数音調に対応する送信装置。

44. 請求項 37 乃至請求項 41 のいずれかの請求項に記載の送信装置において、前記データストリームを前記伝送バスに結合するのに先立ち、前記送信装置は、前記 j 値の 2 進数値の一つを正エネルギーレベルに対してマップし、前記 j 値の

2 進数値の残りを負エネルギーレベルに対してマップし、前記パターンの前記マップされたエネルギーレベルを複数のベア値にグループ化する送信装置。

いることと、

前記データストリーム及び前記所定時間ドメイン信号を伝送バスに結合するための出力回路とを備える送信装置。

49. 請求項 48 に記載の送信装置において、前記伝送バスは、2 線式電話加入者回線である送信装置。

50. 請求項 48 または請求項 49 に記載の送信装置において、さらに、

前記データストリームを形成するためにエンコードされたフレームを多重搬送波シンボルに変調する変調装置を備え、

前記格納領域は、前記変調装置の後に、前記所定時間ドメイン信号を前記データストリーム中に供給する送信装置。

51. 請求項 50 に記載の送信装置において、前記変調装置は、離散多重音調送信装置であり、前記 N は 512 である送信装置。

52. 請求項 49 乃至請求項 51 のいずれかの請求項に記載の送信装置において、前記 N が 130 より大きい場合には、前記所定時間ドメイン信号の逆変換における第 129 番目、及び第 130 番目の値は、前記等式にかかわらず 0 である送信装置。

53. 多重搬送波変調を使用する伝送システムであって、

周波数ドメイン中の複素数偏角を時間ドメインに対して伝送するための変調装置と、その伝送されたシンボルをカウントする伝送シンボルカウンタと、その伝

送シンボルカウンタの所定カウント数で伝送されたシンボルの 1 つとして伝送されるべき同期パターンを供給するためのフレーム同期パターンソースを有するとともに、シンボルを伝送するための送信装置と、

受信された時間ドメイン値を周波数ドメインの複素数偏角に変換するための復調装置と、前記被受信シンボルをカウントするための受信シンボルカウンタと、前記被受信シンボルカウンタのカウント数に依存する時間に少なくとも 1 つの前記送信装置からの同期パターンを含む前記被受信シンボルを抽出するフレーム同期装置とを有し、また、前記伝送されたシンボルを受信するとともに、それからデータを取得するための受信装置とを備える伝送システム。

54. 請求項53に記載の伝送システムにおいて、前記送信装置は、前記被伝送シンボルを、複数のデータシンボル及び同期シンボルを含むスーパーフレーム中に伝送する伝送システム。

55. 請求項54に記載の伝送システムにおいて、前記同期シンボルは、前記スーパーフレームの最後のシンボルである伝送システム。

56. 請求項53乃至請求項55のいずれかの請求項に記載の伝送システムにおいて、前記受信装置は、フレーム同期を監視するために前記被受信シンボルから抽出された同期パターンを利用する伝送システム。

57. 請求項53乃至請求項56のいずれかの請求項に記載の伝送システムにおいて、前記フレーム同期装置は、比較結果をもたらすために、前記同期パターンを含む前記受信シンボルの値を前記同期パターンに関して前記受信装置に格納されている対応値と比較することにより前記フレーム同期を監視し、フレーム同期の存在、または損失の表示を供給するために前記比較結果を少なくとも1つの数値と比較する伝送システム。

58. 請求項57に記載の伝送システムにおいて、前記フレーム同期装置は、前

記フレーム同期が失われているときには、さらにフレーム同期を再記憶するための調整量を決定することにより前記フレーム同期を監視し、フレーム同期を再記憶するために前記調整量に従いフレーム境界を調整する伝送システム。

59. 多重搬送波変調を使用する伝送システムであって、

周波数ドメイン中の複素数偏角を時間ドメインに対して伝送するための変調装置と、その伝送されたシンボルをカウントする伝送シンボルカウンタと、その伝送シンボルカウンタの所定カウント数で伝送されたシンボルの1つとして伝送されるべき同期パターンを供給するためのフレーム同期パターンソースを有するとともに、シンボルを伝送するための送信装置と、

受信された時間ドメイン値を周波数ドメインの複素数偏角に変換するための復調装置と、フレーム境界に従い前記被受信時間ドメイン値を前記復調装置に対して供給するためのバッファと、前記被受信シンボルをカウントするための受信シンボルカウンタと、前記被受信シンボルカウンタのカウント数に依存する時間に

いる方法。

64. 請求項62または請求項63に記載の方法はさらに、

(d) 前記比較ステップ(c)が前記フレーム同期が失われていることを示すときには、フレーム同期を再記憶するために調整量を決定するステップと、

(e) フレーム同期を再記憶するために前記調整量に従いフレーム境界を調整するステップとを備える方法。

65. 送信装置及び受信装置を備える多重搬送波変調伝送システムにおけるフレーム同期のためのフレーム同期の伝送方法であって、

複数のデータフレームを含むデータセットを伝送するステップと、

周波数同期信号を前記受信装置に伝送するために、前記多重搬送波変調伝送システムの前記送信装置にて、各前記データセット内における少なくとも1つの搬

送波を利用するステップと、

必要に応じてフレーム同期を監視、及び/または、再記憶するために前記受信装置にて用いられるとともに、少なくとも同期パターンを含み、前記データセットと次のデータセット間に挿入される同期フレームを定期的に伝送するステップとを備える方法。

66. 請求項65に記載の方法において、前記多重搬送波変調システムは、前記伝送を実行する離散多重音調送信装置を備える方法。

67. 請求項65または請求項66に記載の方法において、前記伝送パスは、2線式電話加入者回線である方法。

68. 請求項65乃至請求項67のいずれかの請求項に記載の方法において、前記フレーム同期パターンはj値を含み、そのj値は、以下の等式によって決定されるN値の数値から選択され、

$$\begin{aligned} x[p] &= 1 & p \text{は、1から9} \\ x[p] &= x[p-4] \oplus x[p-9] & p \text{は10からN} \end{aligned}$$

ここで、j及びNは1以上の整数であり、jはN以下であり、Nは10より大きく、x[p]は、数値の第p番目の2進数値であり、 \oplus はモジュロ2の加法を示している方法。

少なくとも1つの前記送信装置からの同期パターンを含む前記被受信シンボルを取得し、フレーム同期を監視し、そして必要に応じてフレーム同期を更新するためのフレーム同期装置とを有し、また、前記伝送されたシンボルを受信するとともに、それからデータを取得するための受信装置とを備える伝送システム。

60. 請求項59に記載の伝送システムにおいて、前記フレーム同期装置は、比較結果をもたらすために、前記同期パターンを含む前記受信シンボルの値を前記同期パターンに関して前記受信装置に格納されている対応値と比較することにより前記フレーム同期を監視し、フレーム同期の存在、または損失の表示を供給するために前記比較結果を少なくとも1つの数値と比較する伝送システム。

61. 請求項60に記載の伝送システムにおいて、前記フレーム同期装置は、前記フレーム同期が失われているときには、さらにフレーム同期を再記憶するための調整量を決定することにより前記フレーム同期を監視し、フレーム同期を再記憶するために前記調整量に従いフレーム境界を調整する伝送システム。

62. 同期フレームが少なくとも伝送される同期パターンを含む、多重搬送波変調伝送システムにおけるフレーム同期を監視する方法であって、

(a) 前記同期フレーム値を受信するステップと、

(b) 比較結果をもたらすために、前記同期フレーム値を対応する同期パターンの格納済値と比較するステップと、

(c) フレーム同期の存在または損失の表示を提供するために、前記比較結果を少なくとも1つの数値と比較するステップとを備える方法。

63. 請求項62に記載の方法において、前記フレーム同期パターンはj値のセットを含み、そのj値は、以下の等式によって決定されるN値の数値から選択され、

$$\begin{aligned} x[p] &= 1 & p \text{は、1から9} \\ x[p] &= x[p-4] \oplus x[p-9] & p \text{は10からN} \end{aligned}$$

ここで、j及びNは1以上の整数であり、jはN以下であり、Nは10より大きく、x[p]は、数値の第p番目の2進数値であり、 \oplus はモジュロ2の加法を示して

69. 複数の周波数音調を利用する多重搬送波変調伝送システムにおけるフレーム同期パターンを伝送するための方法であって、

値を有するフレーム同期パターンを取得するステップと、

前記値を2進数値ペアにグループ化するステップと、

前記2進数値の1つを正エネルギーレベルにマップし、前記2進数値の残りを負エネルギーレベルにマップするステップと、

前記マップされた各ペアを、前記多重搬送波変調伝送システムの対応する前記周波数音調に対してそれぞれ割り当てるステップと、

被変調フレーム同期データを生成するために、対応する前記マップされたペアに従い少なくとも前記周波数音調のサブセットを変調するステップと、

前記被変調フレーム同期データを伝送するステップとを備える方法。

70. 請求項69に記載の方法において、前記被同期フレームの同期データは、多重搬送波シンボルである方法。

71. 請求項70に記載の方法において、前記2進数値の各ペアは複素数を決定し、前記2進数値の各ペアは、 (X_i, Y_i) と表され、また、前記各ペアは、伝送のために前記多重搬送波シンボルを変調する際に使用される配列のための複素数 $Z_i = X_i + Y_i$ を決定する方法。

72. 請求項69乃至請求項71のいずれかの請求項に記載の方法において、前記フレーム同期パターンはj値を含み、そのj値は、以下の等式によって決定されるN値の数値から選択され、

$$\begin{aligned} x[p] &= 1 & p \text{は、1から9} \\ x[p] &= x[p-4] \oplus x[p-9] & p \text{は10からN} \end{aligned}$$

ここで、j及びNは1以上の整数であり、jはN以下であり、Nは10より大きく、x[p]は、数値の第p番目の2進数値であり、 \oplus はモジュロ2の加法を示して

いる方法。

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), AM, AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LU, LV, MD, MG, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TT, UA, US, UZ, VN

(72)発明者 チョウ・ジャッキー・エス.
アメリカ合衆国 カリフォルニア州95020
ギルロイ, ボブス・クリーク・ドライブ, 880

【國際調查報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/US 95/08687		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H04L5/06		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages Relevant to claim No.	
A	IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, vol. 33, no. 7, July 1985 NEW YORK US, pages 665-675, CIMINI 'Analysis and simulation of a digital mobile channel using orthogonal frequency division multiplexing' see abstract; figure 13 ---	1
A,P	WO-A-95 05042 (UNIV BRITISH COLUMBIA) 16 February 1995 see abstract; figures 9,14 see page 3, line 27 - line 31 see page 21, line 23 - line 26 see page 23, line 29 - page 24, line 5 see page 24, line 21 - line 25 see page 25, line 13 - line 17 see page 27, line 3 - line 10 see page 27, line 21 - line 31 -----	1-17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 18 October 1995	Date of mailing of the international search report 25.10.95	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer Scriven, P	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1993)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/US 95/08687

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-9505042	16-02-95	US-A- 5444697 AU-B- 7454794	22-08-95 28-02-95

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)